

**SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA KARBON RENDAH  
DENGAN PERLAKUAN KARBURIZING  
ARANG SEKAM PADI**



**Disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**EKO WIDODO**

**D200120024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA KARBON RENDAH  
DENGAN PERLAKUAN KARBURIZING ARANG SEKAM PADI**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

**Oleh :**

**EKO WIDODO**

**D 200 120 024**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ir. Supriyono', with a stylized flourish at the end.

**Ir. Supriyono, MT, Ph.D**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA BAJA KARBON RENDAH DENGAN**  
**PERLAKUAN KARBURIZING ARANG SEKAM PADI**

**OLEH**

**EKO WIDODO**

**D 200 120 024**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji Fakultas Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada Hari Selasa, 11 April 2017 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji**

1. Ir. Supriyono, M.T, Ph.D

(Ketua Dewan Penguji)

2. Wijianto, ST, M. Eng, Sc

(Anggota 1 Dewan Penguji)

3. Ir. Ngafwan, MT

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan**

  
**Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka saya pertanggung jawaban sepenuhnya.

Surakarta, 19 April 2017

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'E' and 'W' with a vertical line through them, and the letters 'EKO' written below.

EKO WIDODO

D 200 120 024

## **SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA KARBON RENDAH DENAN PERLAKUAN KARBURIZING ARANG SEKAM PADI**

### ***ABSTRAK***

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki pengaruh variasi media carburizing terhadap kekerasan dan struktur mikro dari baja karbon rendah pada proses pack carburizing. Proses pack carburizing banyak digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik baja yang memerlukan permukaan yang keras tetapi tangguh di bagian dalam. Pada penelitian ini media carburizing yang digunakan adalah arang sekam padi dengan prosentase berat 80% dan bahan kimia aktif  $\text{NaCO}_3$  sebesar 20%. Dalam penelitian ini proses carburizing dilakukan pada temperatur  $980^0$  dengan waktu penahanan 2 jam dengan media arang sekam padi dan raw material. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media arang sekam padi mempunyai nilai kekerasan 234.674 VHN dengan rata-rata kekerasan 206.869 VHN untuk raw material 200.541 dengan rata-rata 183.817 VHN. Jadi raw material setelah di carburizing mengalami peningkatan kekerasan sebesar 12.54%. Dengan demikian waktu penahan pada proses carburizing mempengaruhi kekerasan material.

Kata kunci : Baja lunak, Pack Carburizing, Arang sekam padi.

### **ABSTRACT**

This research is conducted to investigate the influence of the use of carburizing treatment toward the hardness and the microstructure of low carbon steel I the process of pack carburizing. Pack carburizing is mostly used to increase mechanical properties of steel which needs a solid surface but strong inside. In this research, carburizing medium used is 80% of rice husk charcoal and 20% of an active chemical  $\text{NaCO}_3$ . Carburizing process is carried out at a temperature of  $980^0$  with 2 hours detention time. It uses rice husk charcoal and raw material media. The result of the reseach shows that rice husk charcoal medium has 234.674 VHN with an average of 206.869 VHN. The raw material medium has 200.541 VHN an average of 183.817 VHN. The raw material is increased its hardness after being given the carburizing treatment. Therefore, the detention time in carburizing process affects the hardness of the materials.

Keywords : low carbon steel, pack carburizing, rice husk charcoal

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pemakaian logam *ferrous* baik baja maupun besi cor dengan karakteristik dan sifat yang berbeda membutuhkan adanya suatu penanganan yang tepat sehingga implementasikan dari penggunaan logam tersebut dapat sesuai dengan kebutuhan yang ada, khususnya baja. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon rendah memiliki keuletan tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan aus. Baja ini tidak dapat dikeraskan dengan cara konvensional karena kadar karbonnya yang rendah, sehingga dilakukan proses karburizing. Proses karburizing sendiri didefinisikan sebagai suatu proses penambahan kandungan unsur karbon(C) pada permukaan baja. Selain itu ada hal yang perlu diperhatikan sebelum memulai proses pengarbonan (*carburizing*), yaitu komposisi kimia khususnya perubahan unsur karbon (C) akan dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat mekanik baja tersebut. Proses karburasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu penahanan atau lamanya proses karburasi, temperatur pemanasan, media karburasi dan lamanya proses pendinginan. Untuk media karburasi, penggunaan prosentase bahan karbon aktif dan bahan kimia yang berfungsi sebagai energizer akan menghasilkan kekerasan yang berbeda pada baja.

### **1.2 Batasan Masalah**

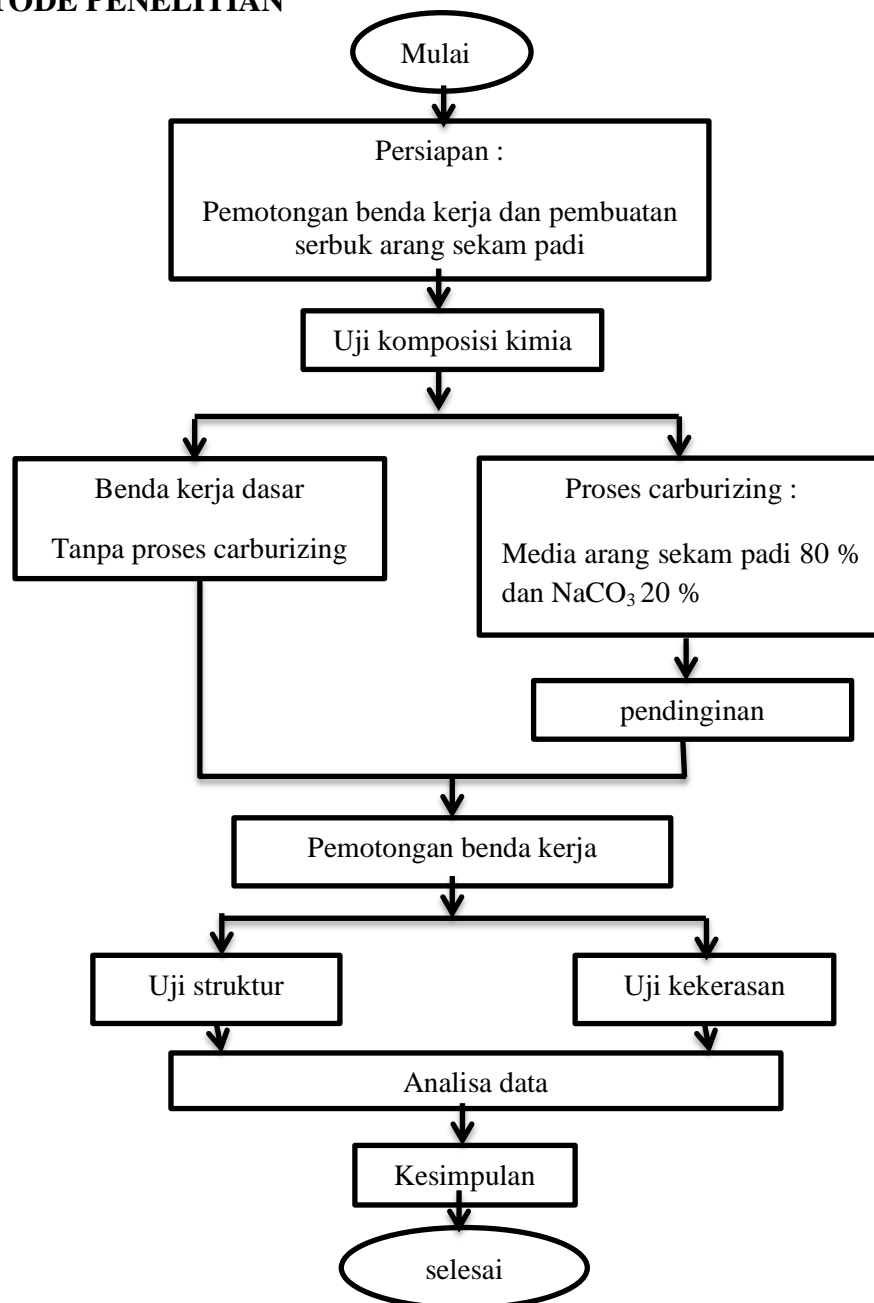
1. Proses penambahan karbon menggunakan metode karburizing dari arang sekam padi pada temperature  $980^{\circ}\text{C}$  dengan penahanan waktu 2 jam serta pendinginan udara
2. Jenis bahan kimia aktif yang dipakai adalah  $\text{NaCO}_3$ .
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengamatan struktur mikro dan uji kekerasan vikers.

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk Mengetahui pengaruh pengarbonan terhadap sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah dengan perlakuan *carburizing* arang sekam padi.
2. Untuk Mengetahui nilai kekerasan baja karbon rendah sebelum dan sesudah proses *carburizing* dengan media arang sekam padi.

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Benda kerja yang diteliti

Material yang di gunakan digunakan berupa baja tulangan yang sering digunakan untuk konstruksi sebuah bangunan. Untuk mengetahui kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam baja tersebut dilakukan uji komposisi kimia. Dari pengujian menunjukan bahwa baja tersebut tergolong baja karbon rendah karena unsur karbon baja kurang dari 0.3%. Komposisi kimia yang terkandung dalam baja karbon tersebut dapat dilihat pada Tabel dibawah.

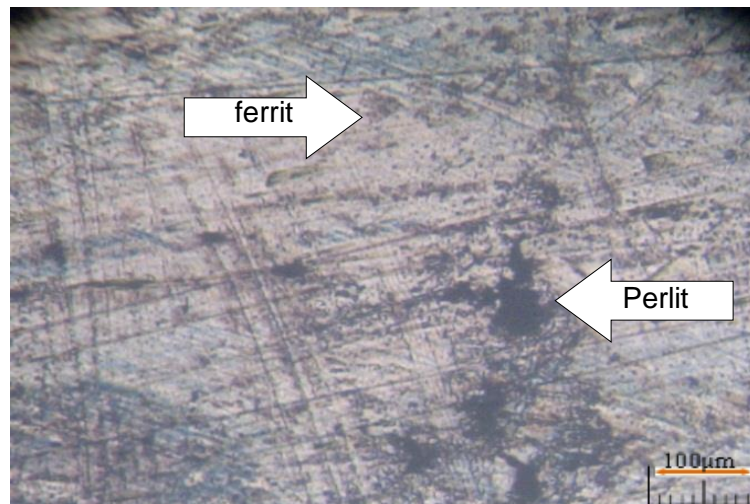
| UNSUR | KOMPOSISI | UNSUR | Komposisi |
|-------|-----------|-------|-----------|
| Fe    | 98.83     | Mo    | 0.022     |
| C     | 0.170     | Cu    | 0.071     |
| Si    | 0.235     | Pb    | 0.0029    |
| Mn    | 0.264     | V     | 0.089     |
| P     | 0.008     | Ti    | 0.003     |
| S     | 0.012     | Nb    | 0.016     |
| Ni    | 0.000     | Al    | 0.026     |
| Cr    | 0.040     | W     | 0.000     |

Komposisi kimia baja karbon rendah

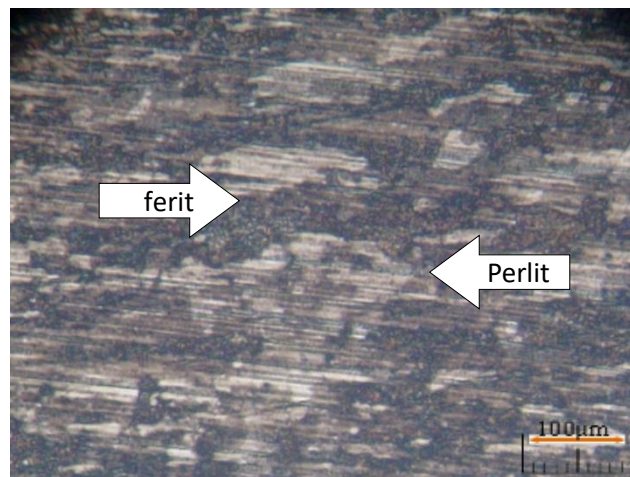
#### 3.2 Pengujian struktur mikro

Dalam pengujian ini menggunakan skala 100  $\mu\text{m}$  dan pembesaran 200 x. Diperoleh gambar struktur mikro raw material dan struktur mikro setelah mengalami proses carburizing dengan penahanan 2 jam terlihat pada gambar dibawah ini :





Gambar struktur mikro raw material



Gambar Struktur mikro setelah mengalami proses carburizing dengan penahanan  
2 jam

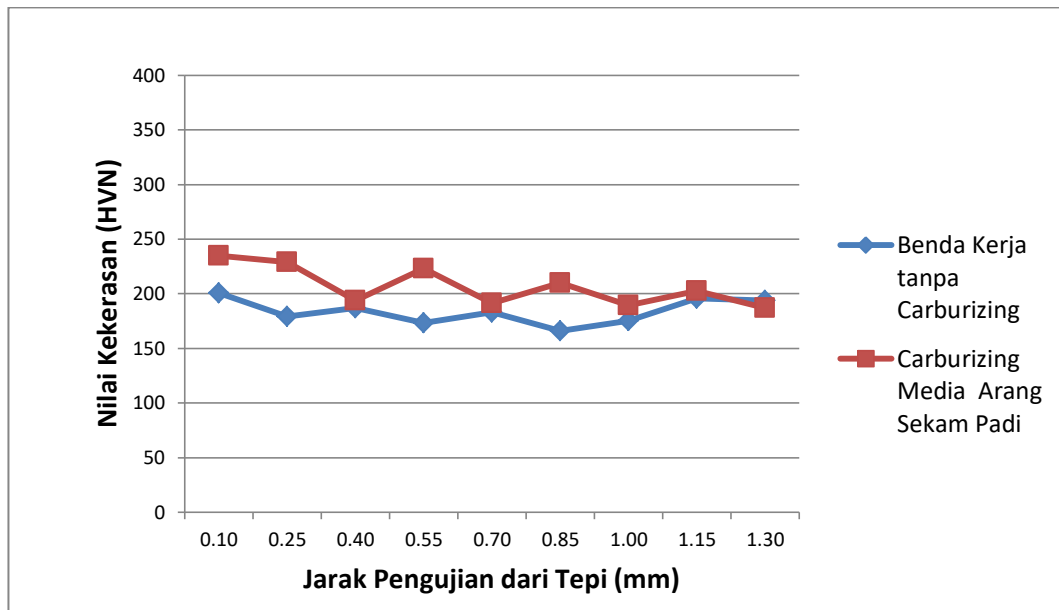
| No. | Jarak dari tepi<br>(mm) | d1<br>( $\mu\text{m}$ ) | d2<br>( $\mu\text{m}$ ) | d rata-rata<br>( $\mu\text{m}$ ) | Kekerasan<br>HVN<br>(HVN) |
|-----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1   | 0.10                    | 43                      | 43                      | 43                               | 200.541                   |
| 2   | 0.25                    | 46.0                    | 45.0                    | 45.5                             | 179.109                   |
| 3   | 0.40                    | 45.0                    | 44.0                    | 44.5                             | 187.249                   |
| 4   | 0.55                    | 47.0                    | 45.5                    | 46.25                            | 173.347                   |

|   |      |      |      |       |         |
|---|------|------|------|-------|---------|
| 5 | 0.70 | 45.5 | 44.5 | 45    | 183.111 |
| 6 | 0.85 | 47.5 | 47.0 | 47.25 | 166.087 |
| 7 | 1.00 | 46.5 | 45.5 | 46    | 175.236 |
| 8 | 1.15 | 44.0 | 43.0 | 43.5  | 195.957 |
| 9 | 1.30 | 44.0 | 43.5 | 43.75 | 193.724 |

Tabel Harga kekerasan spesimen Raw Material

| No | Jarak dari tepi<br>(mm) | d1<br>( $\mu\text{m}$ ) | d2<br>( $\mu\text{m}$ ) | d rata-rata<br>( $\mu\text{m}$ ) | Kekerasan<br>HVN<br>(HVN) |
|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1  | 0.10                    | 40.5                    | 39                      | 39.75                            | 234.674                   |
| 2  | 0.25                    | 40.5                    | 40                      | 40.25                            | 228.880                   |
| 3  | 0.40                    | 38.5                    | 49                      | 43.75                            | 193.724                   |
| 4  | 0.55                    | 41.5                    | 40                      | 40.75                            | 223.298                   |
| 5  | 0.70                    | 41                      | 47                      | 44                               | 191.529                   |
| 6  | 0.85                    | 43.5                    | 40.5                    | 42                               | 210.204                   |
| 7  | 1.00                    | 44                      | 44.5                    | 44.25                            | 189.371                   |
| 8  | 1.15                    | 44.5                    | 41                      | 42.75                            | 202.893                   |
| 9  | 1.30                    | 45                      | 44                      | 44.5                             | 187.249                   |

Tabel Harga kekerasan spesimen pack carburizing 2 jam dengan arang sekam  
padi



Gambar Grafik perbandingan kekerasan benda kerja waktu penahanan 2 jam

### Pembahasan pengujian kekerasan

Dari tabel 4.2 dan 4.3 dapat dilihat hasil dari proses carburizing dengan media arang sekam padi dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasan permukaannya sebesar 234.674 HVN. Pada proses carburizing dengan material tanpa media arang dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasannya sebesar 200.541 HVN. Apabila dibandingkan nilai kekerasan kedua benda kerja tersebut nilai kekerasan yang lebih tinggi terdapat pada benda kerja yang di karburizing dengan arang sekam padi. Hal disebabkan oleh masuknya atom karbon ke dalam struktur baja. Atom karbon yang masuk dari tepi terluar ke bagian dalam akan diikuti oleh atom-atom karbon yang lain. Peristiwa ini berlangsung terus menerus selama proses karburizing sampai pada waktu karburizing dihentikan dan atom karbon terdepan akan berhenti. Kondisi ini akan berakibat lebih banyak atom karbon yang berada di bagian tepi dari pada di bagian dalam struktur baja. Pada spesimen setelah karburizing mulai terjadi penurunan harga kekerasan secara signifikan dititik ke 3 dengan nilai kekerasan sebesar 193.724 HVN, penurunan harga kekerasan ini disebabkan karena pengaruh difusi karbon yang masuk

kedalam material setelah dilakukan proses karburizing . Pendinginan secara menerus di dalam tungku juga mempengaruhi kekerasan pada material sesudah proses karburizing ,terlihat harga kekerasan material dasar jauh lebih tinggi dibandingkan material sesudah proses karburizing mulai dari titik ke-7 dan titik ke 9 karena mulai titik-titik tersebut struktur mikronya hampir sama dengan struktur mikro material dasar yaitu didominasi kristal ferit.

Dari data di atas nilai kekerasan yang paling tinggi terdapat pada benda kerja yang di carburizing dengan waktu penahanan 2 jam yaitu sebesar 234.674 HVN dengan nilai rata rata kekerasan material sebesar 206.869 HVN dibandingkan dengan nilai kekerasan Raw material sebesar 200.541 HVN dengan nilai rata rata kekerasan material sebesar 183.817 HVN. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses karburizing berlangsung semakin banyak pula atom karbon yang berdifusi ke dalam permukaan logam.

#### **4.Penutup**

Setelah melakukan penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan proses Carburizing arang sekam padi nilai kekerasan Vickers sebesar 234.674 VHN dengan nilai rata rata kekerasan 206.869 VHN untuk raw material 200.541 VHN dengan rata rata 183.817 VHN. Jadi benda kerja setelah di carburizing mengalami peningkatan kekerasan sebesar 12,54% Dengan demikian waktu penahanan pada proses Carburizing mempengaruhi kekerasan material.
2. Pengujian struktur mikro raw material lebih banyak kristal ferrit dibandingkan kristal perlit. Sedangkan struktur mikro *pack carburizing* 2 jam dengan menggunakan media arang sekam padi

lebih banyak kristal perlit dibandingkan ferrit. Hal ini menaunjukkan bahwa benda kerja baja mengalami peningkatan nilai kekerasan setelah mengalami proses *carburizing*.

### **PERSANTUNAN**

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir dapat terselesaikan :

Tugas akhir berjudul “SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA KARBON RENDAH DENGAN PERLAKUAN KARBURIZING ARANG SEKAM PADI” dapat diselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak dan ibu tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akanku.
2. Teman-teman Teknik mesin angkatan 2012 yang selalu menyemangati dan hadir seperti keluarga.
3. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Bapak Ir. Supriyono, MT., Ph.D yang selalu saling membantu dan berjuang bersama.
4. Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta Teknik Mesin yang telah membimbing saya didalam perkuliahan.
5. Bapak Dosen pembimbing akedemik Ir. Agus Haryanto, MT. Bapak Dosen pembimbing utama tugas akhir Ir. Supriyono, MT., Ph.D. Saya berterima kasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, E 3–01, *Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*, American Society for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- ASTM, E 415–95, *Standards Test Method for Optical Emmision Vacuum Spectrometric Analisis of Carbon and Low–Alloy*, American Society for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- ASTM, E 384, *Standard test method for knop and vikers hardness of material*, American Society for Testing and Materials, Conshohocken, Philadelphia.
- Amstead, B.H., Ostwald, P.F., dan Begeman, M.L., 1995, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, Edisi Ketujuh, *terj.* Djaprie S., Erlangga, Jakarta.
- Budinski, G, dan Budinski, K, 1999, *Engineering Material-properties and selection*, 6<sup>th</sup> edition, *Prentice Hall International*, New Jersey, USA.
- Cahyo, Aziz. 2008 “Pengaruh Ketebalan Media Karburasi Pada Proses *Pack Karburizing* Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah “
- Nurharyanto, Anwar. 2008 “ Pengaruh Media *Carburizing* arang sekampadi dan tempurung kelapa terhadap nilai kekerasan baja karbon”
- Yoshirizal H., 2005, ”*Analisis pengerasan permukaan baja karbon rendah dengan Metode metode Carburizing dengan waktu tahan 3 jam, 4 jam dan 5 jam*” Tugas Akhir, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.